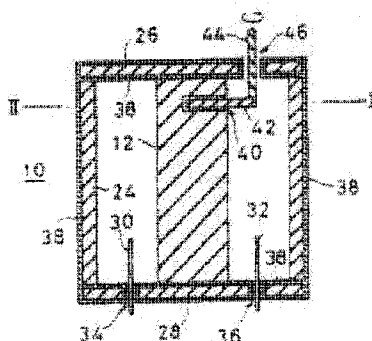


**DIELECTRIC RESONATOR****Publication number:** JP61136302 (A)**Publication date:** 1986-06-24**Inventor(s):** ISHIKAWA YOHEI; WADA SHUICHI; TAKEHARA KOICHI**Applicant(s):** MURATA MANUFACTURING CO**Classification:****- international:** **H01P7/10; H01P7/10;** (IPC1-7): H01P7/10**- European:** H01P7/10**Application number:** JP19840258305 19841206**Priority number(s):** JP19840258305 19841206**Abstract of JP 61136302 (A)**

**PURPOSE:** To widen an adjustment range of a resonance frequency by providing a dielectric material which can be taken in and out, on a notch part of an internal dielectric column for constituting a TM<sub>010</sub> mode dielectric resonator.

**CONSTITUTION:** A columnar dielectric 12 is contained in a vessel constituted of a cylindrical dielectric case 24, a cover 26 and a bottom plate 28. Also, in this vessel, an electrode 38 is formed continuously, and input/output terminals 34, 36 are provided on the bottom plate 28. A dielectric resonator constituted in this way is resonated by a TM<sub>010</sub> mode or its deformed mode. On the side face of the columnar dielectric 12 for governing this resonance mode, a notch 40 is provided in the diameter direction, and also a dielectric plate 42 is connected to a tuning supporting rod 44 and provided so that it can be taken in and out against the notch 40. A resonance of the dielectric resonator is adjusted by rotating the supporting rod 44 and taking in and out the dielectric plate 42 to and from the notch 40, its adjustment range is wide, and also it can be adjusted without lowering remarkably Q of no-load.



Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭61-136302

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>

H 01 P 7/10

識別記号

庁内整理番号

6749-5J

⑬ 公開 昭和61年(1986)6月24日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 誘電体共振器

⑮ 特 願 昭59-258305

⑯ 出 願 昭59(1984)12月6日

⑰ 発 明 者 石 川 容 平 長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社村田製作所内  
⑰ 発 明 者 和 田 秀 一 長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社村田製作所内  
⑰ 発 明 者 竹 原 耕 一 長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社村田製作所内  
⑰ 出 願 人 株式会社村田製作所 長岡京市天神2丁目26番10号  
⑰ 代 理 人 弁理士 山田 義人 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

誘電体共振器

## 2. 特許請求の範囲

1 TM<sub>010</sub>モードまたはその変形モードを用いた誘電体共振器であって、

内部誘電体、

前記内部誘電体を囲む外部電極、

前記内部誘電体の側面に形成される切欠、および

前記切欠に対して出し入れ可能に設けられた誘電体部材を備える、誘電体共振器。

2 前記外部電極を貫通して前記誘電体部材に連結され、外部から前記誘電体部材を変位させるための変位手段を備える、特許請求の範囲第1項記載の誘電体共振器。

3 前記変位手段は回転軸を含む、特許請求の範囲第2項記載の誘電体共振器。

4 前記変位手段は直線運動部材を含む、特許請求の範囲第2項記載の誘電体共振器。

5 前記変位手段は前記誘電体部材に接続された軸を含み、前記軸は前記誘電体部材に比べて低い誘電率の誘電体材料で形成される、特許請求の範囲第2項ないし第4項のいずれかに記載の誘電体共振器。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は誘電体共振器に関し、特に金属ケースないし外部電極内に柱状誘電体を配置して構成されるTM<sub>010</sub>モードまたはその変形モードを用いた誘電体共振器に関する。

(従来技術)

TM<sub>010</sub>モードまたはその変形モードの誘電体共振器において、その共振周波数を調整するための構造が、例えば実開昭59-88908号公報および実開昭59-119611号公報などに開示されている。この2つの引用公報に開示されたいずれのものも、空洞内に別の誘電体材料を挿入してそれを変位させるものである。

空洞内に誘電体材料を入れると、よく知られて

いるように、空洞の共振特性の振動理論に基づいて、その共振周波数に変化する。しかしながら、従来のものでは、いずれも電界の洩れなどが生じ、 $Q_0$ （無負荷 $Q$ ）を考慮すれば、その共振周波数の変化幅（ $\Delta f_0$ ）を余り大きくすることができなかった。なぜならば、 $\Delta f_0$ を大きくすると、 $Q_0$ の低下が著しいからである。したがって、この従来技術では、変化率（ $\Delta f_0 / f_0$ ）は0.5%以下にしかできず、それ以上大きくすると $Q_0$ が10%以上小さくなってしまう。

そこで、第8図に示すように、可変コンデンサを用いることが考えられる。この第8図に示す誘電体共振器10は、周知のように、柱状誘電体12とそれを取り囲む金属ケース14とを含む。そして、柱状誘電体12の側面に電極16を形成し、一方、金属ケース14の上面に透孔18を形成する。そして、可変コンデンサ20の一方電極からのリード線を透孔18を通して電極16に接続し、他方電極からのリード線を金属ケース14に接続する。このとき、透孔18の部分にたとえばゴム

のようなブッシング22がはめこまれ、それによってリード線と金属ケース14との接触が防止されている。

柱状誘電体12には変位電流が生じ、金属ケース14には実電流が流れる。ところが、第8図に示すように可変コンデンサ20を接続すると、柱状誘電体12の側面に形成された接続電極16から可変コンデンサ20を通して外部電極すなわち金属ケース14に流れる電流ループも形成される。したがって、その等価回路は第9図に示すようになる。

第9図において静電容量 $C_1$ は電極16から上の静電容量であり、静電容量 $C_2$ は電極16から下に形成されるものである。したがって、可変コンデンサ20による静電容量 $C_3$ は、静電容量 $C_1$ と並列的に接続されることになる。なお、第9図において、インダクタンス $L$ は金属ケースないし外部電極14によって形成されるものである。

第9図の等価回路を参照して、合成の静電容量 $C'$ は、可変コンデンサ20のリード線によるイ

ンダクタンスを無視すると、次式（1）で与えられる。

$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_1 + A \cdot C_3} + \frac{1}{C_2} \quad \dots (1)$$

ここで、 $A$ は電極16（第8図）の面積や位置に依存する係数である。そして、この回路における共振周波数 $f_0$ は次式（2）で与えられる。

$$f_0 = 1 / 2\pi \sqrt{LC'} \quad \dots (2)$$

（1）式において、合成静電容量 $C'$ は可変コンデンサ20の静電容量 $C_3$ の変化に依存して変化する。したがって、可変コンデンサ20の静電容量 $C_3$ が変わると（2）式で与えられる共振周波数 $f_0$ も変わる。このことによって、可変コンデンサ20を用いれば、共振周波数 $f_0$ が変化することが理解されよう。

（発明が解決しようとする問題点）

このように可変コンデンサを用いる場合にも、さらに、解決すべき次のような問題点がある。可変コンデンサ自体の $Q$ は余り大きくないので、それを接続することによって誘電体共振器全体の $Q$

もたとえば5～10%低下してしまう。さらに、可変コンデンサの静電容量の変化範囲の大きさにもよるが、依然として $\Delta f_0$ も余り大きくできないばかりでなく、誘電体共振器を高電圧が加わる回路に用いる場合には可変コンデンサ20に加わる電圧も大きくなり、可変コンデンサとして高圧コンデンサを用いなければならず、全体として高価なものになってしまう。

それゆえに、この発明の主たる目的は、 $Q_0$ の著しい低下なしにより広い範囲で共振周波数を変化させることができる、誘電体共振器を提供することである。

（問題点を解決するための手段）

この発明は、外部電極に囲まれる内部誘電体の一部に切欠を形成し、その切欠に対して出し入れ可能に誘電体部材を設けた、誘電体共振器である。

（作用）

誘電体共振器においては、内部誘電体の部分すなわち中央部ほど電界が強く、そして、誘電体部材はその内部誘電体に形成された切欠に対して出

し入れられるので、摂動理論に基づく周波数の変化幅が大きくなる。それとともに、誘電体部材を出し入れするだけなので電流集中が起こらず、したがって、 $Q_0$ の低下の原因となるジュール損も比較的小さいために、 $Q_0$ の低下も小さい。

#### (発明の効果)

この発明によれば、誘電体部材を出し入れするだけで $Q_0$ の著しい低下なしに共振周波数の変化幅 $\Delta f_0$ の大きい誘電体共振器が得られる。

この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行なう以下の実施例の詳細な説明から一層明らかとなろう。

#### (実施例)

第1図はこの発明の一実施例を示す正面断面図解図である。誘電体共振器10において、柱状誘電体12は、円筒形の誘電体ケース24内に収納され、この誘電体ケース24の上端および下端には、それぞれ、同じ誘電体材料からなる蓋26および底板28が取り付けられる。そして、底板28には、入出力の結合のためのアンテナ端子30およ

び32が挿通されるべき透孔34および36が形成される。しかしながら、入出力の結合は、このようなアンテナ結合(電界結合)以外にも、誘導結合や容量結合など種々の方法が考えられる。

そして、誘電体ケース24と蓋26および底板28とは、連続的に、電極38が形成される。この電極38が、第8図に示す従来の金属ケース14の役目を果たす。したがって、この実施例のように誘電体ケースとそれに形成された電極を用いる以外に、外部電極として、第8図のような金属ケースを用いることも可能である。

柱状誘電体12の高さ方向の或る位置には、その径方向に切り込まれた切欠40が形成される。そして、特に第2図からその形状がよくわかるような誘電体プレート42が、この切欠40に対して出し入れ可能に設けられる。なお、切欠40の厚みは誘電体プレート42の厚みよりある程度大きく選ばれ、したがって誘電体プレート42が柱状誘電体12の切欠を規定する部分に接触したりしなかったりということが回避されて安定なもの

となっている。

また、誘電体プレート42にはチューニング用の支持棒44が連結され、この支持棒44を外部に導き出すために、蓋26には、透孔46が形成されている。したがって、この支持棒44を外部から矢印で示すように回すことによって、誘電体プレート42を切欠40に対して出し入れすることができる。

なお、好ましくは、誘電体プレート42は、柱状誘電体12や誘電体ケース24などと同じように誘電率の大きい材料で形成され、支持棒44は誘電率の小さい材料で形成される。これは、この支持棒44の部分において電流集中を可及的に抑制するためである。

発明者が実験した結果では、第2図に示すように誘電体プレート42が切欠40の部分に入り込んでいるときには、 $f_0 = 1054.6 \text{ MHz}$ で $Q_0 = 5620$ であったのに対し、第3図に示すように、支持棒44を回転させて誘電体プレート42を切欠40から出してしまった状態では、 $f_0 = 1078.2 \text{ MHz}$ で $Q_0 = 5530$ であ

った。したがって、共振周波数 $f_0$ の変化率( $= \Delta f_0 / f_0$ )は2.2%であり、無負荷 $Q$ の変化率( $= \Delta Q_0 / Q_0$ )は、-1.6%であった。これを先に引用した公報に開示されているものに比べると共振周波数の変化率は約4倍になり、また、 $Q_0$ の変化率は約1/6であった。また、これらの変化率は第8図に示す可変コンデンサを用いるものに比べても改善されている。

次に、第1図実施例においてなぜその周波数を変えられるのか、詳しく説明する。

まず、次式(3)は摂動理論を表す近似解である。

$$-\frac{\Delta \omega}{\omega} = \frac{\int_V \Delta \epsilon E' \cdot E^* dV}{\int_V \epsilon |E|^2 dV} \quad \dots (3)$$

ただし、この(3)式において、 $\epsilon$ および $E$ は、初期状態におけるそれぞれの部分の誘電率および電場を表し、それらの総和として考えられている、という点に留意されたい。

(3)式において $\Delta \epsilon$ は各部分の $\epsilon$ の変化分を

示し、 $E'$  は各部分の振動後における電場を示し、 $E^*$  は $E$ の複素共役電場を示す。そして、支持棒44を回転させて誘電体プレート42を切欠40に対して出し入れすることによって、 $\epsilon$ および $E'$ が変化する。したがって、(3)式より、 $\omega$  ( $=2\pi f$ )が変化するのである。

このような周波数の変化を、第4図および第5図に示す等価回路を用いて説明する。第1図実施例においては、第4図に示すように静電容量が形成されているものと考えられる。したがって、第1図実施例は第5図に示す等価回路として表すことができる。ここで、 $C_{11}$ は切欠40から上の内部誘電体12で、 $C_{12}$ は切欠40の部分で、 $C_{13}$ は誘電体プレート42で、 $C_{14}$ は切欠40から下の内部誘電体12で、それぞれ、形成される静電容量である。

TM<sub>010</sub>モードまたはその変形モードの電界分布は、中央において強くまた周囲にいくにしたがって弱くなっている。そのために、電気力線の大部分が柱状誘電体の中を通り、その周囲の空気

の部分を通る電気力線は少ない。したがって、近似的には、柱状誘電体12と誘電体プレート42との重なった部分の大きさによって、第5図の静電容量 $C_{13}$ が決まる。そして、第5図の合成静電容量 $C'$ は次式(4)で与えられる。

$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_{11}} + \frac{1}{C_{12} + C_{13}} + \frac{1}{C_{14}} \cdots (4)$$

そして、第3図に示すような状態では誘電体プレートの部分によって形成される静電容量 $C_{13}$ が小さく、誘電体プレート42を切欠40に入れるにしたがって、その誘電体容量 $C_{13}$ が大きくなる。すなわち、誘電体プレート42の出し入れの量に応じて静電容量 $C_{13}$ が変化し、そのために、合成静電容量 $C'$ が変化する。したがって、先の(2)式で与えられる共振周波数 $f_0$ もまた変化するのである。

ちなみに、静電容量 $C_{13}$ が大きいほど合成静電容量 $C'$ が大きくなり、共振周波数 $f_0$ が低下する。

なお、第1図実施例のような構成では第2図お

よび第3図から分かるように、支持棒44を約70°回しただけで誘電体プレート42の全てが切欠40から出されてしまう。すなわち、支持棒44と誘電体プレート42とが直結されているので、微妙な周波数の調整をしにくいという問題がある。したがって、支持棒の回転量と周波数の変化率とを変えて、支持棒44の全回転範囲(360°)を有効に使うために、たとえば支持棒44の回転をギアダウンして誘電体プレート42に伝達するようにしてもよい。そのためには、支持棒44はそのようなギア部分(図示せず)を通して誘電体プレート42に連結されることになる。

また、ギア機構を用いると構成が複雑になるので、そのようなギア機構を用いないために、誘電体プレート42の平面形状を工夫して、たとえば第6図に示すような形状にしてもよい。この第6図に示す形状の誘電体プレート42を用いれば、ギア機構を用いることなく、支持棒44の全回転範囲を有効に利用することができる。しかしながら、この誘電体プレート42の平面形状は任意で

ある。

なお、上述の実施例では、いずれも、誘電体プレート42を切欠40に対して出し入れするために回転可能な支持棒44を利用した。しかしながら、誘電体プレート42の変位のためには、第7図に示すような構成もまた利用可能である。

第7図(A)では、支持棒44を誘電体ケース24の側面に出し、それを矢印方向に動かすことによって誘電体プレート42を切欠40に対して出し入れするようにしている。また、第7図(B)に示すものも同じように支持棒44を誘電体ケース24の側面に出すものであるが、それを動かす方向が第7図(A)に示すものと異なる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の一実施例を示す正面断面図解図である。

第2図は第1図の線II-IIにおける断面図である。

第3図は誘電体プレートを動かした状態を示す第2図に対応する断面図である。

第4図は第1図実施例の静電容量を示す図である。

第5図は第1図実施例の等価回路図である。

第6図は誘電体プレートの変形例を示す断面図解図である。

第7図(A)および第7図(B)は、それぞれ、誘電体プレートを切欠に対して出し入れするための異なる構成を示す断面図である。

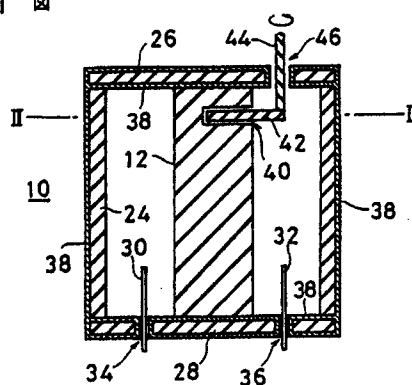
第8図はこの発明の背景となる従来の可変コンデンサを用いる例を示す図解図である。

第9図は第8図の等価回路図である。

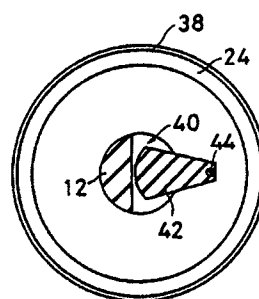
図において、10は誘電体共振器、12は柱状誘電体、14は金属ケース、38は外部電極、40は切欠、42は誘電体プレート、44は支持棒を示す。

特許出願人 株式会社 村田製作所  
代理人 弁理士 山田 義人  
(ほか1名)

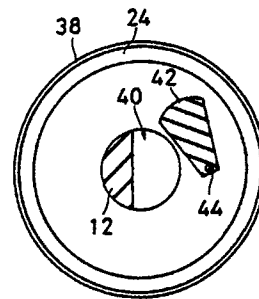
第1図



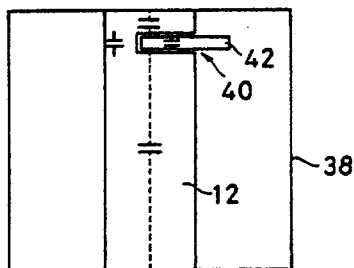
第2図



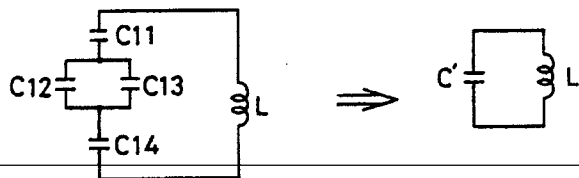
第3図



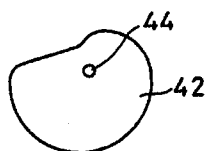
第4図



第5図

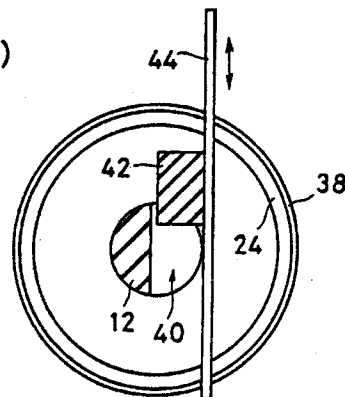


第6図

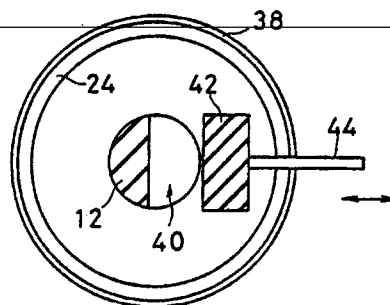


第7図

(A)

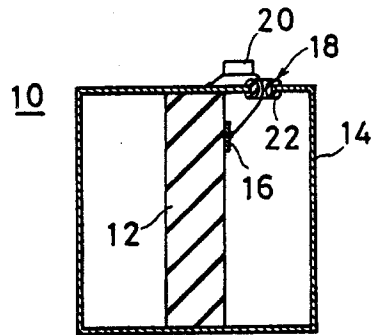


(B)

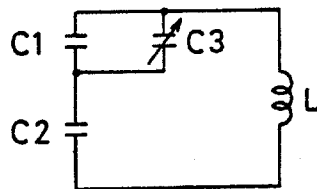


## 手続補正書 (自発)

第 8 図



第 9 図



## 7. 補正の内容

明細書第10頁の第(3)式を下記の通り訂正する。

$$-\frac{\Delta \omega}{\omega} = \frac{\int_V \Delta \epsilon \mathbf{E}' \cdot \mathbf{E}^* dV}{\int_V \epsilon |\mathbf{E}|^2 dV} \dots (3)$$

記

以上

昭和60年01月11日

特許庁長官 志賀 学 殿

## 1. 事件の表示

昭和59年 特許願 第258305号

## 2. 発明の名称

誘電体共振器

## 3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所 京都府長岡京市天神二丁目26番10号

名 称 (623) 株式会社 村田製作所

代表者 村 田 昭

## 4. 代 理 人 ㊟540 富大阪 (06) 764-5443 (代)

住 所 大阪市東区谷町5丁目30番地

(新野村ビル7階)

氏 名 弁理士 9018 山 田 義 人

住 所 同 所

氏 名 弁理士 7957 岡 田 全 啓

## 5. 補正命令の日付

自発補正

## 6. 補正の対象

明細書の発明の詳細な説明の欄

